

【補助事業概要の広報資料】

補助事業番号 26-95
補助事業名 平成26年度 医療分野で期待される微小ねじ歯車耐久試験システムの開発 補助事業
補助事業者名 木更津工業高等専門学校 機械工学科 教授 高橋秀雄

1 研究の概要

本研究では、マイクロマシンや微小機器など大きさや構成要素の配置に制限のある場合に有効な、入出力軸の軸角を任意に設定可能な微小ねじ歯車用の耐久試験システムを開発した。本研究で開発したシステムは、プロファイル測定器、自動ステージおよび各種光学ステージにより、簡便に高精度な組み立て精度の測定および調整を可能とした耐久試験システムである。そして、開発した耐久試験システムで試運転を行い、開発した耐久試験サブシステムの性能を評価した。

2 研究の目的と背景

マイクロマシンが注目されてから、はや20年以上の時が経つ。マイクロマシンは、医療器具、計測機器、狭所作業など活用範囲は非常に広く、その発展が産業界に与えるインパクトは非常に大きい。また、このマイクロマシンの技術が、医療用の機器、器具に応用されれば、患者の負担が小さく抑えられるだけでなく、従来は施術不可能と思われていた部位への施術の可能性が大きくなる。さらに、近年負担の増大が問題視されている、医師への負担も小さくすることができる。

このマイクロマシン等に複雑な動作をさせる場合、駆動力および速度の増減、動力伝達の方法を変えるために、歯車の組み込みが必要となる。そのため、高度なマイクロマシンを実用化するためには、微小歯車の負荷特性の評価、量産が重要となる。

近年、微小歯車については、非常に小さく精度の良いものが製作せれるようになっている(図1)。従来のように単に小さいだけでなく、強度および精度が優れた実用性の高い歯車である。

しかし、微小歯車の負荷特性に関する報告は非常に少なく、系統だった研究は行われていないのが現状である。このような現状の一因としては、微小歯車に要求される高い組み立て精度の測定と調整が容易でないことが挙げられる。

そこで本研究では、微小歯車の耐久試験が容易かつ高精度に行えるようなシステムの開発を目的とした。対象とする歯車の種類は、ねじ歯車および平歯車である。このうち、ねじ歯車は軸角を任意に設定できるため、設計の自由度を飛躍的に向上可能な歯車である。また、小さいスペースで大きな減速比を得られることから自動車用部品等で多く使用されているウォーム&ヘリカルギヤもねじ歯車的一种である。そのため、ねじ歯車の研究結果は、比較

的容易にウォーム&ヘリカルギヤに適用することができる。



図1 微小平歯車の例

株式会社小笠原プレジジョンラボラトリーのHP (<http://www.ogswr-pl.co.jp/>) より

3 研究内容

医療分野で期待される微小ねじ歯車耐久試験システムの開発

① 微小ねじ歯車耐久試験システムの開発

図2に、本研究で開発した微小ねじ歯車耐久試験システムの外観を示す。図2左上の光学変位測定器と自動X軸ステージにより、かみ合う2つの歯車軸の三次元的な相対位置を測定し、組み立て精度としている。また、下図に示した、XYZ、 θ_y および θ_z ステージを用いることにより、組み立て精度の調整を短時間で容易に行うことが可能となっている。

微小ねじ歯車の耐久試験の際には、そのねじ歯車の諸元によって軸角を変える必要がある。本システムでは、駆動側の土台（図2下図における右側の歯車が組み付けられている土台）を回転させることによって、軸角を0度（平歯車）から45度の範囲で任意に設定することができる（図3）。

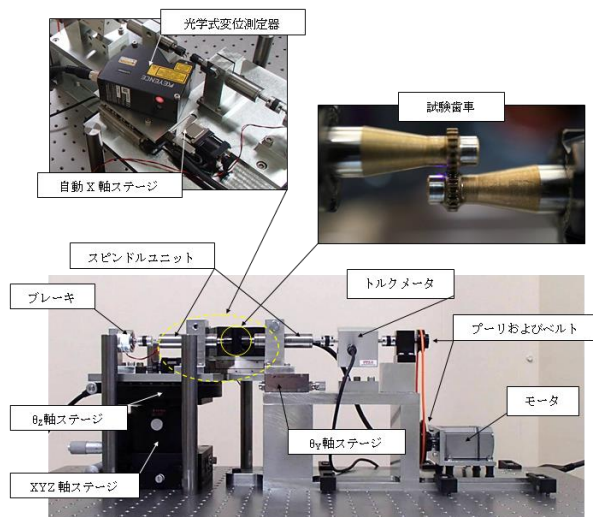


図2 微小ねじ歯車耐久試験システム外観

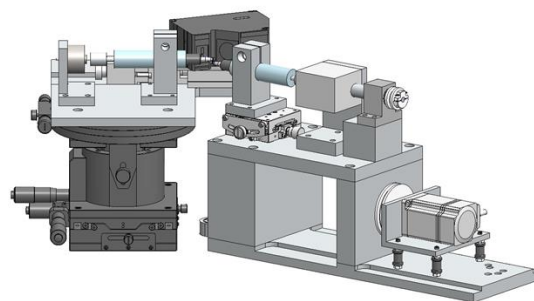


図3 軸角45度の場合の配置

② 微小ねじ歯車耐久試験システムの評価

まず、開発した微小ねじ歯車耐久試験システムの最小設定負荷トルクを計測した。その結果、回転速度 2000min^{-1} における最小設定負荷トルクが、 1.66mNm であることが分かった。本研究で試験対象として想定した最小モジュール 0.05 の試験歯車（熱処理なしのS45C製）の歯元に許容応力が生じる負荷トルクは 1.6mNm である。本耐久試験システムの最小設定負荷トルクは、この目標である 1.6mNm 以下にはなっていないがその差はわずかであり、十分に耐久試験を実施できるものとする。また、より強度の高い材料を適用した場合や、より低回転速度での場合は、許容応力以下の条件で耐久試験を行うことができる。

つぎに、比較的寸法の大きな金属製微小平歯車を用いて、耐久試験システムの試運転を行い、耐久試験システムの簡易的な剛性評価を行った。その結果、試運転後の金属製微小平歯車の歯面に片当たり等が観察されなかった。このことから、本研究で開発した微小ねじ歯車耐久試験システムは十分な剛性を有している可能性が高いことを確認した。

4 本研究が実社会にどう活かされるか一展望

歯車は、機械全般に多く用いられている汎用性の高い機械要素である。このことから、本研究で開発した微小ねじ歯車耐久試験システムによって評価される微小歯車の負荷特性は、業界の分野を問わずに有効活用が可能であると期待できる。なかでも、前述の医療分野では、患者への負担といった観点から、機器や器具は小さいほど好ましい。また、負担の大きい施術を担当する医師にとっても同様である。医師不足が大きな問題となっており、高齢化がさらに進む今後を考えると、本研究の成果を医療機器、医療器具の発展へつなげていきたいと考えている。

また、マイクロマシンや微小器具等は、日本が得意とする精密なものづくりが生かせる分野である。日本経済及び産業の持続的発展に寄与していきたい。

5 教歴・研究歴の流れにおける今回研究の位置づけ

代表研究者はこれまで、歯車をはじめとし、チェーン、ベルト等の機械要素について研究を進めてきた。歯車に関する研究としては、各種金属歯車の負荷特性等の研究からはじまり、金属歯車と比べて寸法が小さいプラスチック歯車の研究を実施してきた。本研究は、これまで注目されてはいたものの研究報告の少ない微小歯車に対する研究の第一歩である。今後は、本研究で開発した微小ねじ歯車耐久試験システムを用いて、各種微小歯車の負荷特性等について研究を進める。

6 本研究にかかわる知財・発表論文等

講演論文


高橋秀雄、鈴木朋也、高橋美喜男、板垣貴喜、“微小ねじ歯車耐久試験システムの開

発”、日本機械学会関東支部第20期総会講演会講演論文集、20610、2015.03.21、横浜国立大学。

7 補助事業に係る成果物

(1) 補助事業により作成したもの

- ・ [医療分野で期待される微小ねじ歯車耐久試験システムの開発補助事業報告書](#) (69ページ)

<p style="text-align: right;">JK-A26-95</p> <p style="text-align: center;">財団法人JKA 誌輪「RING/RING」プロジェクト 機械工業振興補助事業 研究補助（個別研究） 報告書</p> <p style="text-align: center;">平成26年度 医療分野で期待される 微小ねじ歯車耐久試験システムの開発補助事業 報告書</p> <p style="text-align: center;">平成27年3月</p> <p style="text-align: center;">木更津工業高等専門学校 機械工学科 高橋秀雄</p> 	<p style="text-align: center;">目次</p> <p>第1章 序言</p> <p>1.1 研究背景 1</p> <p>1.1.1 微小歯車の概要 1</p> <p>1.1.2 微小歯車に関する従来の研究 3</p> <p>1.2 本研究の目的 4</p> <p>1.3 本研究の構成 5</p> <p>第2章 微小歯車耐久試験システムの開発</p> <p>2.1 対象とする微小歯車 6</p> <p>2.2 試験装置の基本構成 8</p> <p>2.3 設定可能な負荷トルクの範囲の決定 9</p> <p>2.4 設定可能な回転速度の範囲の決定 11</p> <p>2.5 試験装置の種類と構成 12</p> <p>2.6 主な構成部品の選定 13</p> <p>2.6.1 モータの選定 13</p> <p>2.6.2 トルクメータの選定 15</p> <p>2.6.3 プレーキの選定 16</p> <p>2.6.4 元等式変位測定器の選定 18</p> <p>2.6.5 自動変位ステージの選定 19</p> <p>2.6.6 振動ステージの選定 20</p> <p>2.6.7 スピンドルユニットの選定 22</p> <p>2.7 微小歯車耐久試験システム 23</p> <p>2.8 中心距離の変動量 29</p> <p>第3章 試験歯車の組み付け手順</p> <p>3.1 試験歯車組み付けの流れ 32</p>	<p>3.2 試験歯車・コシット等の洗浄 36</p> <p>3.3 芯距れ量の測定 37</p> <p>3.4 平行度の調整 38</p> <p>3.5 かみ合い位置の調整 39</p> <p>3.6 中心距離の調整 40</p> <p>第4章 実験方法、結果および考察</p> <p>4.1 振動側回転トルクの測定 41</p> <p>4.1.1 実験の意義 41</p> <p>4.1.2 実験方法 43</p> <p>4.1.3 運転時間に伴う回転トルクの変化 44</p> <p>4.1.4 回転速度と回転トルク 45</p> <p>4.1.5 慣性モーメント等による負荷トルクへの影響 46</p> <p>4.2 加速度試験 47</p> <p>4.2.1 実験の意義 47</p> <p>4.2.2 実験方法 47</p> <p>4.2.3 試験歯車セッティングの結果 50</p> <p>4.2.4 歯車伝達の最大伝達上昇量と回転速度の関係 52</p> <p>4.2.5 試験歯車のたわみと振動 53</p> <p>4.2.6 運転の経過に伴う歯面の変化 54</p> <p>4.3 試験装置での仕様 55</p> <p>第5章 結論</p> <p>5.1 本研究の成果 56</p> <p>5.2 今後の課題 57</p> <p>謝辞 58</p> <p>参考文献 59</p>
<p>付録</p> <p>付録A 62</p> <p>付録B 67</p>		

- ・ [医療分野で期待される微小ねじ歯車耐久試験システムの開発 研究内容](#) (8ページ)

短時間で研究内容が理解できるよう事業報告書から抜粋したものである。

(2) (1) 以外で当事業において作成したもの

該当なし

8 事業内容についての問い合わせ先

所属機関名： 木更津工業高等専門学校 機械工学科 機械要素研究室
(キサラヅコウギョウコウトウセンモンガッコウ
キカイコウガクカ キカイヨウソケンキュウシツ)

住 所： 〒292-0041
千葉県木更津市清見台東2-11-1

申 請 者： 教授 高橋秀雄 (タカハシヒデオ)

担 当 部 署： 同 上

E-mail： takahasi@m.kisarazu.ac.jp

URL： http://www.kisarazu.ac.jp/gakka/mecha/public_html/lab/elem.html